

NN31050.85-3

1985-03

stora

Sturing en regeling van de zuurstofinbreng
in het
actief - slibproces

Praktijkonderzoek aan propstroomsystemen

Bibliotheek STOWA

stowa

alleen ter inzage, niet voor uitlening
nagebruik RETOUR s.v.p.

serie: thema zuiveringstechniek - beluchting

STOWA
 Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
 Postbus 8090
 3503 RB Utrecht
 tel. 030-321199
 fax 030-321766

Publikaties en het publikatieoverzicht
 kunt u uitsluitend bestellen bij:
 Hageman Verpakkers BV
 Postbus 281
 2700 AC Zoetermeer
 tel. 079-611188
 fax 079-613927
 o.v.v. ISBN- of bestelnummer en
 een duidelijk afleveradres.

stora

postbus 414, 2280 AK rijswijk
 sir winston churchill-laan 273

☎ 070 - 980.287

stichting toegepast onderzoek reiniging afvalwater

BIBLIOTHEEK DE HAAFF

Dronovendaalsesteey 3a
 Postbus 241
 6700 AE Wageningen

2 DEC 2003

Sturing en regeling van de zuurstofinbreng

in het

actief - slibproces

Praktijkonderzoek aan propstroomsystemen

W 1900170 / D 1302925



| | | |
|-------|--|-------|
| | Inhoud | I |
| | Ten geleide | II |
| 1 | SAMENVATTING | 1 |
| 2 | INLEIDING | 2 |
| 3 | HET ONDERZOEK | 3 - 4 |
| 3.1 | De aanpak van het onderzoek | 3 |
| 3.2 | Selectie proefobject | 3 - 4 |
| 3.3 | Beschrijving | 4 |
| 4 | KEUZE VAN HET REGELMODEL | 5 - 8 |
| 4.1 | Regelstrategie | 5 - 6 |
| 4.2 | PROFIEL-model | 6 - 7 |
| 4.3 | BEHOEFTE-model | 7 - 8 |
| 4.3.1 | <i>modelvorming</i> | 7 - 8 |
| 4.3.2 | <i>regeling</i> | 8 |
| 5 | BESCHRIJVING EXPERIMENTEN | 9 -10 |
| 5.1 | Algemeen | 9 |
| 5.2 | Apparatuur | 9 -10 |
| 5.3 | Bemonstering, meting en analyses | 10 |
| 5.4 | Verzameling en opslag van gegevens met de micro-computer | 10 |
| 6 | UITGEVOERDE EXPERIMENTEN | 11-16 |
| 6.1 | Algemeen | 11 |
| 6.2 | Metingen ten behoeve van opstelling regelmodel | 11-13 |
| 6.3 | Testen van het regelmodel | 13-15 |
| 6.4 | Kosten | 15 |
| 6.5 | Conclusies | 16 |
| 7 | NABESCHOUWING | 17-18 |
| | Bijlagen 1 t/m 11 | 19-30 |

Ten geleide

In actief-slibsystemen met propstroming wordt de zuurstofinbreng geregeld via een zuurstofelectrode die meestal aan het einde van de beluchttingsruimte is geplaatst. Veranderingen in de zuurstofbehoefte van het inkomende afvalwater worden door zo'n teruggekoppelde regeling pas achteraf gesignaleerd.

Op basis van eerder STORA-onderzoek - Sturing en regeling van de zuurstofinbreng in het actief-slibproces (literatuur en inventarisatie) - werd verwacht dat met een anticiperende regeling, op basis van de zuurstofbehoefte van het inkomende afvalwater, extra energie kon worden bespaard.

Uit vergelijkend onderzoek op de rioolwaterzuiveringsinrichting te Kampen blijkt dat echter niet het geval.

Het onderzoek werd door het algemeen bestuur van de STORA, op voorstel van de Onderzoekadviescommissie*, opgedragen aan het Adviesbureau Bongarts, Kuyper en Huiswaard. Dit bureau werd namens de STORA begeleid door een commissie bestaande uit ir. J.S.J. Dragt (voorzitter), ir. M. Ilsink, ing. J.J. Jonk en ir. C.H. Kuggeleijn.

Voor de medewerking aan de experimenten is de STORA dank verschuldigd aan het zuiveringschap West-Overijssel, waarbij in het bijzonder de inzet van het personeel van de rioolwaterzuiveringsinrichting Kampen moet worden vermeld.

Rijswijk, januari 1985.

De directeur van de STORA

drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff

* De Onderzoekadviescommissie, die tot dit project adviseerde, bestond uit:
prof.ir. A.C.J. Koot (voorzitter), drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff (secretaris) en
dr.ir. H.J. Eggink, prof.dr. P.G. Fohr, ir. R. Karper, ir. C.H. Kuggeleijn, ir. J.S.
Kuyper, ir. Th.G. Martijn, ir. H.A. Meijer, ir. H.M.J. Scheltinga, dr.ir. D.W. Scholte
Ubing, ir. J. van Selm, ir. M. Tiessens, drs. A.A. Wismeijer (leden).

SAMENVATTING

In actief-slibsystemen met propstroming wordt de zuurstofinbreng geregeld via een zuurstofelectrode die meestal aan het einde van de beluchtingsruimte is geplaatst. Veranderingen in de zuurstofbehoefte van het inkomende afvalwater worden door zo'n "teruggekoppelde" regeling pas achteraf gesignaleerd. Daarom werd verwacht dat met een "anticiperende" regeling, op basis van de zuurstofbehoefte van het influent, extra energie kon worden bespaard.

Op de rioolwaterzuiveringsinrichting te Kampen werden beide regelsystemen vergeleken. Deze inrichting was daarvoor bij uitstek geschikt; het aëratie gedeelte bestaat uit twee parallelle, identieke tanks, elk met een eigen bellenbeluchting.

Voorafgaand aan de experimenten werden twee mogelijkheden voor anticiperende regeling geëvalueerd, het "profiel" model en het "behoefte" model.

Bij het profielmodel wordt de zuurstofinbreng geregeld als functie van het verschil tussen berekend- en gewenst zuurstofprofiel over de lengte van de tank, bij het behoeftemodel als functie van de totale zuurstofvraag.

Beide modellen zijn gebaseerd op variaties in debiet en TOD (total oxygen demand).

Uit een computersimulatie van het profielmodel bleek dat dit voor Kampen niet tot een stabiele regeling zou leiden. Het model reageerde te sterk op veranderingen in de ingangsvariabelen, mogelijk door te onnauwkeurige schatting van de procesparameters, zoals nitrificatie- en denitrificatiesnelheden.

Daarom werd alleen het behoeftemodel op praktijkschaal beproefd. Uit dit onderzoek blijkt, dat onder droogweerstandigheden een stabiele anticiperende regeling mogelijk is op basis van variaties in het debiet, doch dat geen energie wordt bespaard ten opzichte van de teruggekoppelde regeling.

INLEIDING

In een onderzoek op praktijkschaal zijn de mogelijkheden van anticiperende regeling van de zuurstofinbreng in het actief-slibproces vergeleken met teruggekoppelde regeling.

Voorafgaande aan dit onderzoek zijn voor verschillende typen actief-slibsystemen in een literatuuronderzoek de methoden geïnventariseerd, waarmee de zuurstoftoevoer wordt aangepast aan de behoefte. In dezelfde studie werd een inventarisatie verricht naar de praktijksituatie in Nederland met betrekking tot de regeling van de zuurstofinbreng*.

Geconstateerd werd, dat in de praktijk vrijwel steeds een teruggekoppelde regeling op basis van het zuurstofgehalte in de beluchtingstank wordt toegepast. Ten opzichte van een met de hand geregelde situatie wordt hierdoor in het algemeen een besparing van 10 à 20% op de beluchtingsenergie verkregen. Gezien het relatief grote aandeel van de benodigde beluchtingsenergie in het totale energieverbruik van een rioolwaterzuiveringsinrichting (70 à 90%) betekent dit een aanzienlijke energiebesparing.

Teruggekoppelde regeling op basis van zuurstofmeting voldoet voor (vrijwel) volledig gemengde beluchtingssystemen in de praktijk goed en behoeft uit het oogpunt van energiebesparing geen aanpassing.

Voor propstroomsystemen bestaat evenwel het nadeel, dat met een aanzienlijke vertraging wordt gereageerd op een verandering van de zuurstofbehoefte. Hierdoor wordt bij een propstroomsysteem een verandering van de vuilbelasting en de daarmee gepaard gaande verandering van de zuurstofbehoefte pas gesignaleerd, wanneer deze vrijwel het gehele proces heeft doorlopen. Dit nadeel kan wellicht worden opgeheven door toepassing van een anticiperende regeling, eventueel in combinatie met een teruggekoppelde regeling. Bij een anticiperende regeling wordt de verandering van de vuilbelasting gemeten, zodat tijdig kan worden gereageerd op een verandering van de zuurstofbehoefte.

Als maat voor de vuilbelasting kan het debiet in combinatie met de TOD (Total Oxygen Demand) van het afvalwater worden gebruikt. Het verband tussen de vuilbelasting en de zuurstofbehoefte dient te worden vastgesteld en in een regelmodel te worden vastgelegd. Verwacht wordt, dat met deze regeling een duidelijke energiebesparing en mogelijk een extra kostenbesparing kan worden bereikt.

* zie Stora-rapport: Sturing en regeling van de zuurstofinbreng in het actief-slibproces, december 1981

3 HET ONDERZOEK

3.1 De aanpak van het onderzoek

De mogelijkheden van het anticiperend regelen op basis van TOD-meting en debietmeting werden onderzocht op een rioolwaterzuiveringsinrichting met twee identieke parallelle beluchtingsstraten, elk voorzien van een eigen luchtvoorzieningssysteem.

Eén van beide straten werd anticiperend geregeld; de andere straat, waarin teruggekoppelde regeling werd toegepast, werd als referentie gebruikt.

Er werd gebruik gemaakt van een anticiperend regelmodel, gebaseerd op de empirisch bepaalde zuurstofbehoefte en benodigde luchtinbreng. Deze empirische formules worden eveneens gehanteerd voor het ontwerp van zuiveringsinrichtingen.

Voor de opslag van gegevens, modelberekeningen en het geven van regelopdrachten werd bij het proefobject gebruik gemaakt van een micro-computer. Voor de ontwikkeling van de programmatuur en de verwerking van de gegevens stond een identiek computersysteem ter beschikking.

3.2 Selectie proefobject

Voor de selectie van een proefobject werd uitgegaan van de in een eerdere fase verrichte inventarisatie van de praktijksituatie in Nederland.

De selectie-criteria werden onderverdeeld in primaire en secundaire criteria. Het voldoen aan de primaire criteria werd noodzakelijk geacht; voor de secundaire criteria werd dit voor het onderzoek wenselijk geacht.

primaire criteria

- de actief-slibinstallatie dient een propstroombeluchtings-systeem te bezitten;
- de actief-slibinstallatie dient overwegend huishoudelijk afvalwater te verwerken;
- de actief-slibinstallatie mag niet overbelast zijn en dient een variabele belasting te bezitten;
- er dient een teruggekoppelde regeling op basis van O₂-meting aanwezig te zijn, die naar behoren functioneert;
- de actief-slibinstallatie dient mogelijkheden te bezitten om de beluchtingscapaciteit voldoende nauwkeurig te kunnen regelen;
- de actief-slibinstallatie dient identieke parallelle beluchtingstanks te bevatten, welke elk van een eigen luchtvoorzieningssysteem zijn voorzien.

secundaire criteria

- mogelijkheid tot eenvoudige aansluiting van meet- en regelapparatuur;
- beschikbaarheid van reeds geïnstalleerde meet- en regelapparatuur;
- technische bijstand door de beheerder van de rwzi;
- beschikbaarheid van analyse-apparatuur bij de beheerder;
- mogelijkheid tot uitvoering van analyses door de beheerder;
- aanwezigheid van aparte registrerende kWh-meters of gasmeters.

Op basis hiervan is de rwzi-Kampen van het Zuiveringschap West-Overijssel als proefobject geselecteerd.

3.3

Beschrijving

De rwzi-Kampen is ontworpen voor 75.000 i.e. (afkomstig van Kampen en IJsselmuiden) en bestaat in hoofdzaak uit de volgende onderdelen:

- een voorbezinktank;
- een zandvanginstallatie in de sliblijn;
- twee parallelle propstroombeluchtingstanks met fijnblazige bel-lenbeluchting, uitgevoerd als "tapered aeration".
Daartoe zijn de tanks verdeeld in vier secties van gelijke af-metingen, waarin achtereenvolgens 34%, 25%, 25% en 16% van de totale beluchtingscapaciteit wordt gebruikt. De eerste sectie kan tevens worden gebruikt voor denitrificatie. Voor de lucht-inbreng zijn in trappen regelbare gasmotor-compressorcombinaties geïnstalleerd. Elke beluchtingstank kan worden bedreven met een eigen compressor, type Roots;
- twee nabezinktanks, afzonderlijk gevoed met een slibwatermeng-sel uit de bijbehorende beluchtingstank;
- een slibgistingstank. Het geproduceerde gistinggas wordt ge-bruikt in gasmotoren, die de compressoren aandrijven. Aldus wordt in ca. 85% van de beluchtingsenergie voorzien;
- een voor- en een na-indikker;
- slibindiklagunes.

Een beknopte dimensionering en een schema van de rwzi-Kampen zijn weergegeven in bijlagen 1 en 2.

De voor het onderzoek van belang zijnde gegevens volgen hieronder:

| | |
|--|---------------------|
| - BZV-belasting | ca. 54.000 i.e. |
| - BZV-voorbezonden afvalwater | 200 mg/l |
| - N _{Kj} voorbezonden afvalwater | 55 mg/l |
| - slibgehalte beluchting | 5,0 g/l |
| - slibbelasting | 0,1 kg BZV/kg d.s.d |
| - BZV-verwijderingsrendement totaal | 98% |
| - N-eliminatie totaal (oxydatie + verwijdering) | 94% |

Een meer uitvoerig overzicht van de belasting en werking van de rwzi-Kampen is weergegeven in bijlage 3.

Regelstrategie

Voor het opstellen van een anticiperend regelmodel staan de volgende gegevens ter beschikking:

- het influentdebiet;
- de vuilconcentratie van het voorbezonden afvalwater;
- kennis omtrent tijdsafhankelijke fluctuaties in debiet en vuilconcentratie;
- technologische kennis van het betreffende zuiveringsproces.

Voor verificatie van het model staat de zuurstofconcentratie aan het einde van de beluchtingstank ter beschikking.

Het influentdebiet wordt met volumestroommeters gemeten. Het debiet bepaalt de verblijftijd in de tank en de mengverhouding van afvalwater en retourslib en heeft dus een grote invloed op de zuurstofbehoefte per tijdseenheid. Het debiet zal derhalve een centrale plaats in de anticiperende regeling innemen.

De vuilconcentratie wordt gekarakteriseerd door de in het voorbezonden afvalwater gemeten TOD-waarde. De vuilconcentratie bepaalt te zamen met het debiet de variatie van de zuurstofbehoefte per tijdseenheid. De vuilconcentratie zal derhalve eveneens een belangrijke plaats in de anticiperende regeling innemen.

Aan de hand van metingen werden voor het voorbezonden afvalwater gegevens verzameld met betrekking tot:

- variaties in TOD-waarden over een etmaal;
- de relatie tussen TOD-waarden enerzijds en BZV- en N_{Kj} -waarden anderzijds;
- fluctuaties van het debiet.

Deze gegevens werden eveneens voor de opstelling van een anticiperend regelmodel gebruikt.

De zuurstofconcentratie werd gemeten aan het einde van de beluchtingstank met behulp van een elektrode. De zuurstofmeting zal geen centrale plaats in de anticiperende regeling innemen. De zuurstofconcentratie zal slechts worden gebruikt ter bewaking van het functioneren van de anticiperende regeling en als correctie op trage variaties in de regeling (adaptie), bijvoorbeeld ten gevolge van geleidelijke temperatuurveranderingen van het afvalwater.

Als ingangsvARIABLEN van de regeling worden het debiet en de TOD van het voorbezonden afvalwater gebruikt. De te regelen variabele is de hoeveelheid toegevoerde lucht, regelbaar door het toerental van de compressor.

Een schema van een anticiperend regelsysteem met een adaptielus is weergegeven in figuur 1.

Voorafgaande aan de proefnemingen op praktijkschaal zijn de volgende modellen op hun geschiktheid bezien:

- a. Een model van het actief-slibproces, waarin het zuurstofprofiel over de lengte van de tank het proces karakteriseert. De regeling stelt het toerental van de compressor in als functie van de afwijking tussen het geschatte en het gewenste zuurstofprofiel.

Dit model wordt het "PROFIEL"-model genoemd.

- b. Een model van het actief-slibproces, waarin de totale zuurstofbehoefte per tijdseenheid het proces karakteriseert. De regeling stelt het toerental in als functie van de berekende totale zuurstofbehoefte.

Dit model wordt het "BEHOEFTE"-model genoemd.

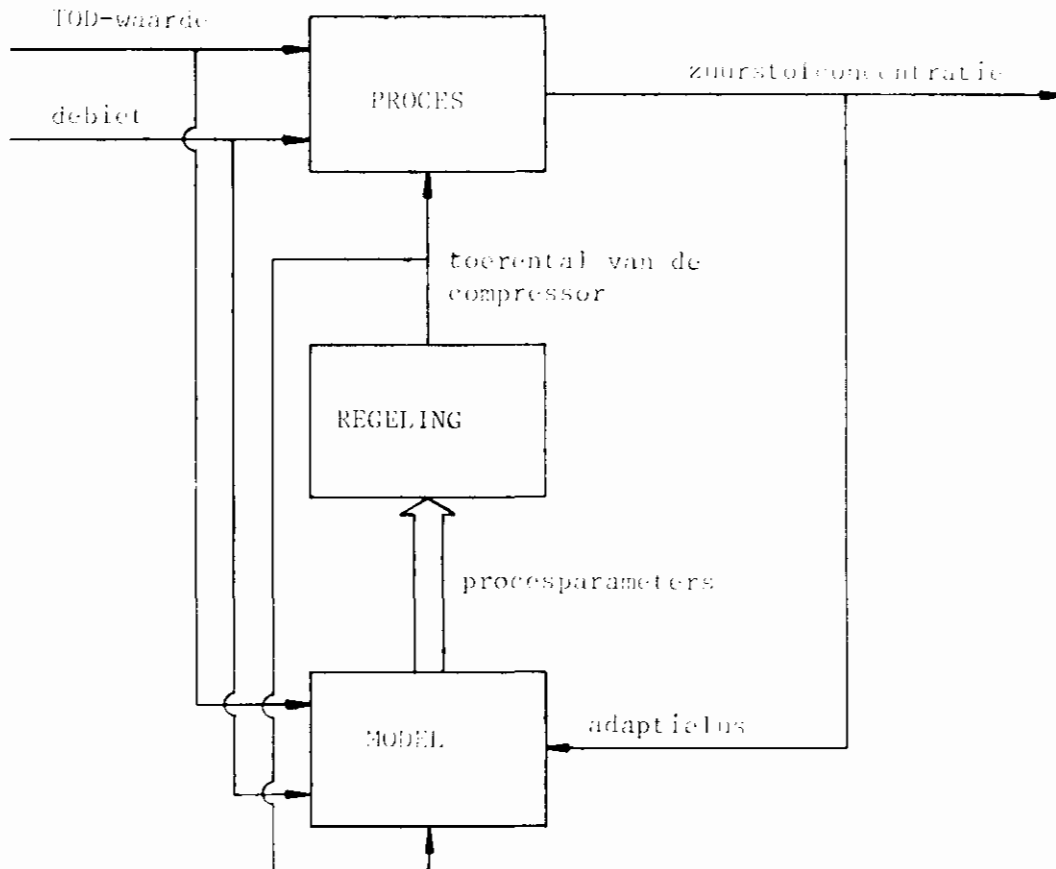


Fig. 1. Anticiperend regelsysteem

4.2

PROFIEEL-model

In dit model wordt het afvalwater tijdens het transport door de beluchtingstank gevolgd. Hierbij wordt met vaste tijdsintervallen (bijv. 5 minuten) de zuurstofconcentratie van het slibwatermengsel berekend uit de zuurstoftoevoer en het zuurstofverbruik.

De zuurstoftoevoer wordt berekend uit de hoeveelheid toegevoerde lucht, de in het voorgaande tijdsinterval berekende zuurstofconcentratie en de geschatte specifieke zuurstofoverdracht.

Het zuurstofverbruik wordt berekend, afhankelijk van zuurstof-, substraat- en slibconcentraties.

Aldus kan voor elk tijdsinterval de zuurstofconcentratie over de lengte van de tank worden berekend.

Uit de afwijking van dit zuurstofprofiel ten opzichte van een gewenst profiel kan de regelactie worden bepaald.

Voor een zo optimaal mogelijke regeling is het nodig, dat de beluchtingstank in de lengte is opgedeeld in secties, waarin afzonderlijke regeling van de luchtinbreng kan plaatsvinden. In figuur 2 zijn twee voorbeelden gegeven.

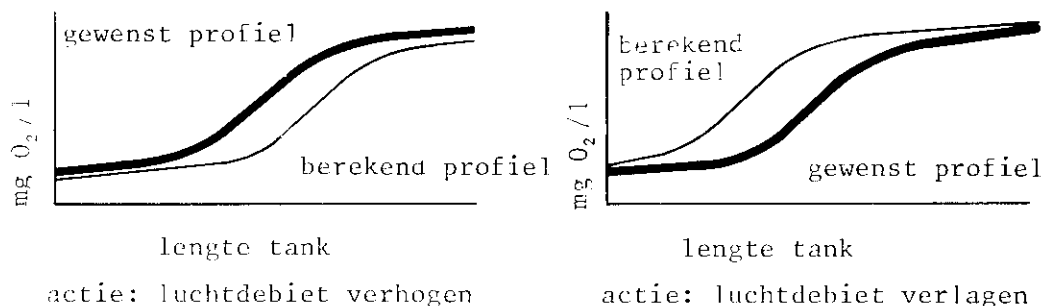


Fig. 2. Voorbeelden van regeling met het PROFIEL-model

Met dit model is een computersimulatie uitgevoerd met ingangsgegevens van de rwzi-Kampen.

Uit de simulatie bleek, dat het model te gevoelig reageerde op variaties in de ingangsgegevens. Relatief kleine wijzigingen in debiet en TOD hadden reeds sterke wijzigingen van het berekende zuurstofprofiel tot gevolg.

Een mogelijke verklaring hiervoor is, dat de procesparameters voor dit model (bijv. nitrificatie- en denitrificatiesnelheden) nauwkeuriger geschat moeten worden, dan met de huidige stand van kennis mogelijk is. Voor een verdere uitwerking van dit model zou meer fundamenteel onderzoek naar de kinetiek van het actief-slibproces nodig zijn. In het kader van dit onderzoekproject is hiervan afgezien en heeft verdere toetsing van dit model op de rwzi-Kampen niet plaatsgevonden.

4.3 BEHOEFTE-model

4.3.1 *modelvorming*

In dit model wordt uitgegaan van de totale zuurstofbehoefte per tijdseenheid in de beluchtingstank. Deze zuurstofbehoefte is de som van de zuurstofbehoefte van alle "proppen", zoals deze per prop berekend is aan het begin van de tank.

Per tijdseenheid van 5 minuten wordt de zuurstofbehoefte van een binnenkomende prop berekend. Vervolgens wordt de zuurstofbehoefte van alle op dat moment aanwezige proppen gesommeerd tot de zuurstofbehoefte van de gehele tank. Aldus wordt per 5 minuten een gewogen gemiddelde zuurstofbehoefte bepaald.

Het toerental van de compressor wordt ingesteld op een niveau, waarbij de hoeveelheid in de tank afgegeven zuurstof per tijdseenheid gelijk is aan de totale gemiddelde zuurstofbehoefte per tijdseenheid.

Bij een stabiele toestand kan de zuurstofbehoefte worden berekend met behulp van de volgende empirische relaties:

- het verband tussen de TOD-waarden van het voorbezonden afvalwater enerzijds en de BZV- en N_{Kj} -waarden anderzijds;

- de empirische bepaling van de totale zuurstofbehoefte volgens:

$$O_2\text{-behoefte} = O_s + O_n - O_d + O_e$$

. substraatademhaling O_s

$$O_s = k_1 \cdot B_d / 24 \cdot E_{BZV}, \text{ waarin:}$$

k_1 = benodigde hoeveelheid zuurstof per kg afgebroken BZV
(kg O_2 /kg BZV);

B_d = BZV-vracht (kg/d);

E_{BZV} = BZV-verwijderingsrendement (-/-).

. nitrificatie O_n

$$O_n = k_2 \cdot N_d / 24, \text{ waarin:}$$

k_2 = benodigde hoeveelheid zuurstof per kg te oxyderen N_{Kj}
(kg O_2 /kg N_{Kj});

N_d = geoxydeerde N_{Kj} -vracht per dag (kg N_{Kj} /d).

. denitrificatie O_d

$$O_d = k_3 \cdot E_d \cdot N_d / 24, \text{ waarin:}$$

k_3 = vrijkomende hoeveelheid zuurstof per kg nitraat-N
(kg O_2 /kg NO_3 -N);

E_d = denitrificatierendement (-/-).

. endogene ademhaling O_e

$$O_e = k_4 \cdot G_a \cdot V, \text{ waarin:}$$

k_4 = endogene ademhalingsnelheid in kg O_2 /kg d.s.h;

G_a = slibgehalte beluchtingstank (kg d.s./m³);

V^a = volume van de beluchtingstank (m³).

4.3.2 *regeling*

De regeling met behulp van het BEHOEFTE-model is betrekkelijk eenvoudig. De beluchtingslucht wordt ingebracht met behulp van Roots-compressoren. Voor dit type compressor bestaat een rechtlijnig verband tussen het toerental en de hoeveelheid gecomprimeerde lucht. Het toerental (n) van de compressor kan dus evenredig aan de totale zuurstofbehoefte worden ingesteld.

$$n = k_5 \cdot O_2\text{-behoefte}$$

De evenredigheidscoëfficiënt k_5 kan worden bepaald uit de zuurstofoverdracht en het verband tussen het toerental van de compressor en de hoeveelheid toegevoerde lucht.

De coëfficiënt k_5 kan als volgt worden gecorrigeerd. Als gedurende een langere tijd de gemeten zuurstofconcentratie te hoog is, wordt de coëfficiënt verkleind; de coëfficiënt wordt vergroot, als de gemeten zuurstofconcentratie gedurende een langere tijd te laag is.

5 BESCHRIJVING EXPERIMENTEN

5.1 Algemeen

Achtereenvolgens zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- installatie en testen van bemonsterings-, meet- en regelapparatuur;
- uitvoering van metingen ten behoeve van de opstelling van het regelmodel. Tevens zijn vergelijkende metingen in beide beluchtingsstraten verricht, teneinde eventuele systematische afwijkingen tussen beide straten te kunnen vaststellen;
- opstellen van het regelmodel;
- vergelijkende metingen tussen anticiperende en teruggekoppelde regeling. Hierbij werd tevens de effluentkwaliteit van beide straten gecontroleerd.

Het meet- en regelsysteem werd zodanig ontworpen, dat:

- bij storingen in het meet- en regelsysteem direct automatisch werd overgeschakeld op de normale bedrijfssituatie;
- bij overschrijding van ingestelde grenswaarden van het zuurstofgehalte gedurende een bepaalde tijd automatisch werd overgeschakeld op de gebruikelijke bedrijfssituatie;
- de bedrijfsleider op eenvoudige wijze het meet- en regelsysteem buiten bedrijf kon stellen, waardoor automatisch de normale bedrijfstoestand weer in werking kon worden gesteld;
- de aanpassingen van de installatie tot een minimum werden beperkt.

5.2 Apparatuur

In de bijlagen 4 t/m 9 zijn achtereenvolgens in schema de volgende meet- en/of regelsystemen weergegeven:

- a. Zuurstofmeting en -regeling beluchtingstank 1 (teruggekoppelde regeling).
- b. Zuurstofmeting en -regeling beluchtingstank 2 (anticiperende regeling).
- c. Influentdebietmetingen Kampen en IJsselmuiden.
- d. Luchthoeveelheidsmetingen compressoren.
- e. Toerentalmetingen compressoren en retourslibvijzels.
- f. TOD-meting en registratie.

De TOD-metingen werden verricht met de Philips Automatic Total Oxygen Demand meter, type PW 9630.

Het "Total Oxygen Demand" is de hoeveelheid zuurstof, die per eenheid watervolume nodig is om de hierin aanwezige oxydeerbare stoffen te verbranden bij een temperatuur van ca. 900°C.

Om snelle verstopping van de automatische injectie-apparatuur van de TOD-meter te voorkomen, werd het afvalwater vooraf door een zogenaamd Swirl-cleanfilter geleid, ontwikkeld door de TH-Delft.

Voor opslag van gegevens, modelberekeningen en het geven van regelopdrachten op het proefobject is gebruik gemaakt van een micro-computer, Kempac System IV van Kuipers Electronic Engineering.

Voor de ontwikkeling van de programmatuur en de verwerking van de gegevens is gebruik gemaakt van een identiek computersysteem.

Voor de modelvorming is tevens gebruik gemaakt van een Kaypro IV micro-computer.

De gebruikte programma's zijn geschreven in Basic en Pascal.

5.3 Bemonstering, meting en analyses

Het voorbezonken afvalwater werd met een pomp door het Swirl-cleanfilter geleid. Het gefilterde water werd via het Swirl-cleanfilter naar de TOD-meter gevoerd. Via een automatisch injectiesysteem werd 1x per 5 minuten een monster van 10 µl in de TOD meter gebracht.

Om vergelijking tussen beide parallelle straten mogelijk te maken werden continue dagmonsters van de effluenten van beide straten genomen.

Hierin werden BZV, N_{kj} , NO_2^- en NO_3^- bepaald.

Ter vaststelling van het verband tussen TOD enerzijds en BZV en N_{kj} anderzijds werden steekmonsters van het voorbezonken afvalwater genomen.

Bemonsteringen en analyses werden verricht door het Zuiveringschap West-Overijssel.

5.4 Verzameling en opslag van gegevens met de micro-computer

De volgende gegevens werden naar de micro-computer gevoerd:

- influentdebiet Yampen;
- influentdebiet IJsselmuiden;
- O_2 -concentratie aan einde beluchtingstank 1;
- O_2 -concentratie aan einde beluchtingstank 2;
- debiet luchtleiding tank 1;
- debiet luchtleiding tank 2;
- toerentallen van 3 compressoren (waarvan 1 reserve);
- TOD-waarde van het voorbezonken afvalwater;
- diverse statussignalen:
 - . tijdrelais O_2 -regeling: in/uit;
 - . relais O_2 -concentratie laag: in/uit;
 - . schakeling anticiperende naar teruggekoppelde regeling: in/uit;
 - . retourslibvijzel 1 laag toeren: in/uit;
 - . retourslibvijzel 1 hoog toeren: in/uit;
 - . retourslibvijzel 2 laag toeren: in/uit;
 - . retourslibvijzel 2 hoog toeren: in/uit.

De gegevens werden opgeslagen op een floppy-disc.

De volgende opeenvolging van acties werd hierbij aangehouden:

- iedere minuut werden de diverse gegevens ingevoerd;
- iedere vijf minuten werd de gemiddelde of maximale waarde van de afgelopen vijf minuten in het geheugen opgeslagen;
- ieder uur werden de aldus verkregen waarden uit het geheugen geschreven naar een file op de floppy-disc;
- iedere dag werd een nieuwe file gebruikt;
- iedere maand werd een nieuwe floppy-disc gebruikt.

Bij het afhandelen van de bovenstaande acties werd een in de micro-computer ingebouwde "real time clock" gebruikt.

6 UITGEVOERDE EXPERIMENTEN

6.1 Algemeen

De proefnemingen zijn verricht in de tweede helft van 1983 en de eerste helft van 1984.

Gedurende circa één maand is de TOD van het voorbezonken afvalwater continu bepaald en geregistreerd om inzicht te krijgen in de variatie van de vuillast. In bijlage 10 is een karakteristiek verloop van de TOD gegeven voor een gedeelte van een dag.

De gemiddelde TOD bedraagt 570 mg/l; de normale dagelijkse variatie ligt globaal tussen 75% en 125% van dit gemiddelde.

Om eventuele afwijkingen tussen beide straten te kunnen vaststellen, werden volumeproportionele dagmonsters van het effluent van beide straten vergeleken.

Hierin werden BZV, ammonium-N en nitraat-N bepaald.

De gegevens van twee dagen zijn onderstaand weergegeven:

| datum | straat | BZV (mg/l) | NH ₄ ⁺ -N (mg N/l) | NO ₃ ⁻ -N (mg N/l) |
|-----------|--------|---------------|---|---|
| 21-10-'83 | 1 | 4 | 0,5 | 22 |
| | 2 | 5 | 0,4 | 20 |
| 23-03-'84 | 1 | 9 | 1,1 | 33 |
| | 2 | 8 | 1,0 | 34 |

Er werden geen afwijkingen geconstateerd tussen beide straten.

Het regelmodel werd getest onder d.w.a.-omstandigheden. Onder r.w.a.-omstandigheden werd overgeschakeld op de teruggekoppelde regeling. De reden hiervoor was, dat de daling van het slibgehalte in de beluchtingstanks en de hiermee gepaard gaande wijziging van de zuurstofbehoefte onvoldoende voorspelbaar was.

6.2 Metingen ten behoeve van opstelling regelmodel

In de periode van 1 tot 11 juli 1983 zijn in 11 steekmonsters van het voorbezonken afvalwater BZV en N_{Kj} bepaald.

De TOD-waarden werden continu gemeten.

De analyseresultaten zijn weergegeven in tabel 1.

Het zou in de lijn der verwachting liggen, dat:

$$TOD = \alpha \cdot BZV + \beta \cdot N_{Kj}$$

Uit de analyseresultaten (tabel 1) blijkt evenwel, dat het Kjeldahlstikstofgehalte weinig varieert (gemiddeld 53 mg/l, standaardafwijking 4,6 mg/l), zodat allereerst een verband tussen BZV en TOD te verwachten is.

| datum + tijdstip | TOD (mg/l) | BZV (mg/l) | N _{Kj} (mg/l) |
|---------------------|------------|------------|------------------------|
| 01-07-'83 10.45 uur | 540 | 180 | 43 |
| 04-07-'83 18.45 uur | 608 | 195 | 53 |
| 05-07-'83 12.00 uur | 617 | 190 | 46 |
| 05-07-'83 14.48 uur | 680 | 215 | 51 |
| 07-07-'83 10.15 uur | 680 | 225 | 58 |
| 07-07-'83 16.00 uur | 600 | 195 | 53 |
| 09-07-'83 12.55 uur | 600 | 190 | 55 |
| 09-07-'83 14.47 uur | 540 | 160 | 53 |
| 10-07-'83 15.00 uur | 560 | 175 | 54 |
| 11-07-'83 09.07 uur | 420 | 120 | 56 |
| 11-07-'83 13.13 uur | 450 | 140 | 58 |

Tabel 1. Analyseresultaten ten behoeve van vaststelling TOD, BZV (gefiltreerd) en N-relaties

Voor de volgende relaties is een lineaire regressie-analyse uitgevoerd:

- BZV - TOD;
- N_{Kj} - TOD;
- BZV - N_{Kj}.

Dit leidde tot de volgende resultaten:

| relatie | correlatiecoëfficiënt | intercept (mg/l) | helling (-/-) |
|-----------------------|-----------------------|------------------|---------------|
| BZV - TOD | 0,981 | 98 | 2,6 |
| N _{Kj} - TOD | -0,18 | 741 | -3,2 |
| BZV - N _{Kj} | -0,19 | 58 | -0,03 |

Hieruit blijkt, dat een significante lineaire relatie ($P < 1\%$) bestaat tussen de gemeten TOD- en BZV-waarden. De variatie in de TOD-waarden is voor ca. 96% te verklaren door de variatie in de BZV-waarden.

Tussen N_{Kj} en TOD, en tussen BZV en N_{Kj} bestaan geen significante lineaire verbanden.

Op grond van het voorgaande kan voor de rwzi-Kampen en de betreffende periode worden gesteld:

$$\text{TOD} = 2,6 \text{ BZV} + 98$$

Dit verband is grafisch weergegeven in figuur 3.

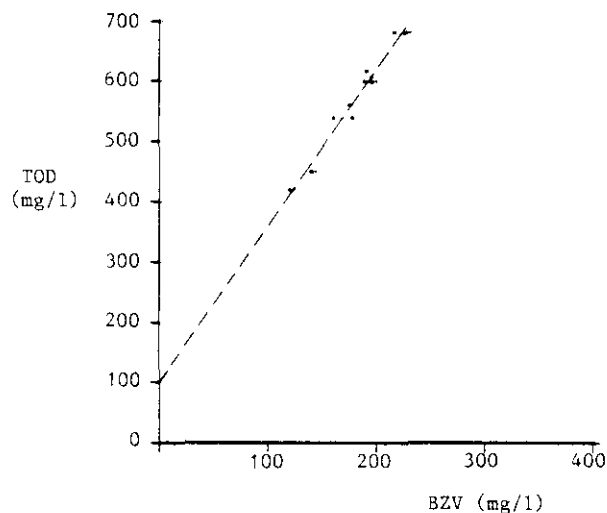


Fig. 3. Relatie BZV - TOD

Het intercept van 98 mg/l kan verklaard worden uit de aanwezige N_{Kj} . Het N_{Kj} -gehalte van het voorbezonden afvalwater bedraagt gemiddeld 53 mg/l, waarvan ca. 42 mg/l ammonium-N en 11 mg/l organische N.

Uit de literatuur* is bekend, dat voor verbranding van de organische-N aan zuurstof is benodigd:

$$TOD_{N\text{-org}} = 0,42 \cdot N\text{-org} + 1,3$$

$$TOD_{N\text{-org}} \approx 6 \text{ mg/l.}$$

Voor de omzetting van ammonium in N_2 , NO en H_2O is 2,5 mg O_2 /mg NH_4^+ -N benodigd, hetgeen overeenkomt met 105 mg/l.

Gemiddeld zou voor oxydatie van N_{Kj} tot N_2 , NO en H_2O 111 mg O_2 /l nodig zijn.

6.3

Testen van het regelmodel

Uit TOD-metingen gedurende enkele weken bleek, dat gebruik van het TOD-sigitaal in de anticiperende regeling voor de rwzi - Kampen niet noodzakelijk was. De variaties in de zuurstofbehoefte werden vrijwel geheel door het debiet bepaald.

De variaties in de TOD lagen binnen 25% van het gemiddelde en werden vrijwel volledig bepaald door variaties in de BZV. Het aandeel van de BZV in de totale zuurstofbehoefte (BZV, N_{Kj} en endogene ademhaling) bedroeg globaal 20%, zodat variaties in de BZV hier slechts voor enkele procenten doorwerkten in de totale zuurstofbehoefte.

* Capdeville, B et al. - Etudes des transformations des formes du carbone, azote, phosphore, soufre et des principaux éléments minéraux au cours de la mesure de la demande totale en oxygene-II. Transformation des formes de l'azote, Water Research 14 (1980)5.

In bijlage 11 is een profiel van het debiet over een etmaal gegeven.

Het debiet lag globaal tussen 75 en 375 m³/h en varieerde veel sterker dan de TOD. Voorts werkte het debiet rechtstreeks door in de totale zuurstofbehoefte.

Bovendien bleek, dat de TOD-meter weliswaar geschikt was voor TOD-metingen, doch vanwege het verstoppingsgevoelige monsternamesysteem niet geschikt was voor continue regeling.

Het toegepast anticiperend regelmodel werd derhalve gebaseerd op de debietmetingen.

Tijdens de vergelijkende proefnemingen werden beide straten elk met een eigen compressor belucht. Afzonderlijke beluchting betekende, dat beide compressoren gedurende de nachtelijke uren op minimum toeren draaiden en dat te veel zuurstof in de beluchtingstanks werd ingebracht. Het in de nacht opgebouwde overschot aan zuurstof werd in de morgenuren verbruikt. Voor de vergelijkende metingen zijn derhalve de meetwaarden van 11.00 uur tot 24.00 uur gebruikt.

Het model is onderzocht in de periode maart tot mei 1984.

De resultaten van deze periode zijn samengevat in tabel 2.

De gegeven waarden zijn gemiddelden van de meetwaarden per 5 minuten van 11.00 uur tot 24.00 uur. De effluentgegevens betreffen volumeproportionele dagmonsters.

Voor een inzicht in het dagelijks verloop van de meetwaarden zijn in bijlage 11 de meetwaarden voor 1 dag (14 april) grafisch weergegeven.

Uit tabel 2 blijkt, dat voor de anticiperende regeling ten opzichte van de teruggekoppelde regeling:

- het zuurstofgehalte gemiddeld 0,3 mg/l lager was;
- de toegevoerde hoeveelheid lucht gemiddeld ca. 8% (250 m³/h) lager was;
- het ammoniumgehalte van het effluent gemiddeld 1,9 mg N/l hoger was en het nitraatgehalte gemiddeld 7 mg N/l lager was.

Het gemiddeld lagere zuurstofgehalte in de anticiperend geregelde beluchtingstank leidt tot een grotere drijvende kracht bij de zuurstofoverdracht van lucht naar water. Hierdoor neemt het zuurstoftoevoervermogen met ca. 4% toe. De toegevoerde hoeveelheid lucht ligt evenwel 8% lager. Per saldo wordt dus circa 4% minder zuurstof toegevoerd, hetgeen leidt tot een hoger NH₄-gehalte en meer denitrificatie.

| datum 1984 | straat no. | O ₂ gem. mg/l | luchth. gem. m ³ /h | toerental gem. omw./min. | effluent | | |
|----------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------|---|---|
| | | | | | BZV mg/l | NH ₄ ⁺ -N mg/l | NO ₃ ⁻ -N mg/l |
| 26/03 | 1 | 1,5 | 3193 | 1199 | - | - | - |
| | 2 | 1,7 | 2988 | - | - | - | - |
| 27/03 | 1 | 1,6 | 3563 | 1319 | 10 | 7,6 | 33 |
| | 2 | 1,5 | 3282 | 1176 | 15 | 14,5 | 21 |
| 02/04 | 1 | 1,4 | 2578 | 1029 | - | - | - |
| | 2 | 1,4 | 2469 | 891 | - | - | - |
| 04/04 | 1 | 1,7 | 2899 | 1177 | 11 | 4,6 | 36 |
| | 2 | 1,2 | 2482 | 937 | 8 | 7,3 | 28 |
| 06/04 | 1 | 1,6 | 2588 | 914 | - | - | - |
| | 2 | 1,0 | 2028 | 778 | - | - | - |
| 07/04 | 1 | 2,0 | 3584 | 1217 | 7 | 1,5 | 30 |
| | 2 | 1,7 | 3282 | 1194 | 13 | 5,1 | 23 |
| 09/04 | 1 | 1,9 | 3019 | 1007 | 7 | 0,6 | 30 |
| | 2 | 0,8 | 2137 | 848 | 11 | 0,7 | 28 |
| 10/04 | 1 | 1,8 | 3319 | 1155 | 7 | 2,3 | 35 |
| | 2 | 0,8 | 2779 | 1051 | 6 | 8,5 | 26 |
| 12/04 | 1 | 1,7 | 3200 | 1150 | 8 | 1,1 | 34 |
| | 2 | 1,5 | 3000 | 1100 | 8 | 2,8 | 29 |
| 13/04 | 1 | 1,3 | 3216 | 1199 | 5 | 0,6 | 32 |
| | 2 | 1,2 | 3036 | 1113 | ≤ 3 | 0,9 | 28 |
| 14/04 | 1 | 1,6 | 3584 | 1323 | 4 | 1,5 | 32 |
| | 2 | 1,5 | 3528 | 1273 | 4 | 2,7 | 24 |
| 15/04 | 1 | 1,7 | 2852 | 1137 | 7 | 0,8 | 31 |
| | 2 | 2,4 | 3027 | 1128 | 6 | 1,3 | 23 |
| 16/04 | 1 | 1,4 | 3253 | 1262 | 5 | 0,4 | 37 |
| | 2 | 1,3 | 3113 | 1153 | 6 | 0,4 | 26 |
| 17/04 | 1 | 1,7 | 3338 | 1273 | 6 | 3,5 | 36 |
| | 2 | 1,4 | 3281 | 1198 | ≤ 3 | 3,8 | 30 |
| 18/04 | 1 | 1,6 | 3356 | 1260 | 5 | 1,0 | 35 |
| | 2 | 1,4 | 3363 | 1210 | 8 | 1,2 | 28 |
| 19/04 | 1 | 1,3 | 3766 | 1375 | 6 | 0,8 | 27 |
| | 2 | 1,0 | 3573 | 1279 | 7 | 1,4 | 22 |
| gemid- deld | 1 | 1,6 | 3210 | 1187 | 7 | 2,0 | 33 |
| | 2 | 1,3 | 2964 | 1089 | ≤ 8 | 3,9 | 26 |

Tabel 2. Resultaten van vergelijkende metingen tussen teruggekoppelde en anticiperende regeling

straat no. 1: teruggekoppelde regeling (regeling tussen 1,4 en 2,0 mg O₂/l)

straat no. 2: anticiperende regeling

6.4

Kosten

De apparatuur- en installatiekosten voor een computergestuurde anticiperende regeling op basis van het debiet worden geraamd op f 20.000,-- tot f 40.000,--.

In deze kosten zijn niet begrepen:

- een volumestroommeetsysteem;
- een sturing van het beluchtingssysteem.

De kosten voor aanpassing van de reeds ontwikkelde programmatuur voor een concreet geval worden geraamd op f 15.000,-- tot f 30.000,--.

Conclusies

Uit de experimenten op de rwzi - Kampen kan het volgende worden geconcludeerd:

- de variaties in de zuurstofbehoefte ten gevolge van veranderingen van BZV- en N_{Kj} -waarden in het voorbezonden afvalwater zijn relatief klein in vergelijking met variaties ten gevolge van debietveranderingen;
- tussen de TOD en de BZV van het voorbezonden afvalwater bestaat het volgende lineaire verband:
$$TOD = 2,6 BZV + 98 \quad r = 0,981$$
$$P < 1\%$$
Het intercept ter grootte van 98 vertegenwoordigt de benodigde hoeveelheid zuurstof voor verbranding van N_{Kj} tot N_2 , NO en H_2O ;
- de TOD-meter van Philips is weliswaar geschikt voor TOD-metingen in afvalwater, doch vanwege het verstoppingsgevoelige monsternamesysteem niet geschikt voor continue regeling;
- met een anticiperend regelmodel, gebaseerd op debietvariaties en waarbij het toerental van de compressor evenredig met de berekende totale zuurstofbehoefte werd ingesteld, werd onder d.w.a.-omstandigheden een stabiele regeling verkregen;
- door de anticiperende regeling werd geen besparing op de beluchtingsenergie verkregen.

Om een beter inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden van anticiperende regeling werden in een proef op de rwzi-Kampen anticiperende en teruggekoppelde regeling vergeleken.

Uit deze proef bleek, dat de variaties in de zuurstofbehoefte onder droogweerstandigheden vooral werden bepaald door debietvariaties. Variaties in de TOD-concentratie bleken een ondergeschikte rol te spelen. Regeling op basis van de TOD-concentratie was overigens niet mogelijk door een te grote storingsgevoeligheid van het monsternamesysteem van de TOD-meter.

Het onderzochte anticiperende regelmodel was gebaseerd op debietvariaties. Het proces werd gekarakteriseerd door de totale zuurstofbehoefte in de beluchtingstank per tijdseenheid. De regeling stelde het toerental van de compressoren in als functie van de berekende totale zuurstofbehoefte.

Met dit vrij grove model kon onder d.w.a.-omstandigheden een stabiele regeling worden verkregen. Besparing op beluchtingsenergie werd evenwel niet verkregen.

De verwachting is, dat met een verder gedetailleerd regelmodel weliswaar enige energiebesparing mogelijk zal zijn, doch dat een groter voordeel zal zijn gelegen in een betere beheersing van het propstroom actief-slibproces. Door de anticiperende regeling kan een stabielere procesgang en een meer constante effluentkwaliteit worden verkregen.

Onder een verder gedetailleerd regelmodel wordt het volgende verstaan:

- een regelmodel, waarin het zuurstofprofiel over de lengte van de tank het proces karakteriseert. Een dergelijke regeling zou de luchttoevoer instellen als functie van de afwijking tussen het geschatte en het gewenste zuurstofprofiel.
Voor een zo optimaal mogelijke regeling is het nodig, dat de beluchtingstank in de lengte is opgedeeld in secties, waarin afzonderlijke regeling van de luchtinbreng kan plaatsvinden.
Met zo'n model werd een computersimulatie uitgevoerd.
Uit de simulatie bleek echter, dat het model te gevoelig reageerde op variaties in de vuilbelasting.
Voor een nadere uitwerking van dit model is verdieping van de bestaande kennis omtrent de kinetiek van het actief-slibproces noodzakelijk;
- een regelmodel, waarin ook de variaties in de vuilbelasting onder r.w.a.-omstandigheden zijn opgenomen. Onder r.w.a.-omstandigheden kan de concentratie van zuurstofbindende stoffen sterk variëren. Aanvankelijk kan een sterk verhoogde concentratie optreden tengevolge van slibuitspoeling uit het transportstelsel; later zal de concentratie dalen door verdunning.
Als maat voor de concentratie aan zuurstofbindende stoffen kunnen de TOD, de TOC of de respiratiesnelheid worden gebruikt. Hierbij zij evenwel opgemerkt, dat de bemonsteringssystemen voor deze metingen robuust dienen te worden uitgevoerd met een zo klein mogelijke kans op verstopping.

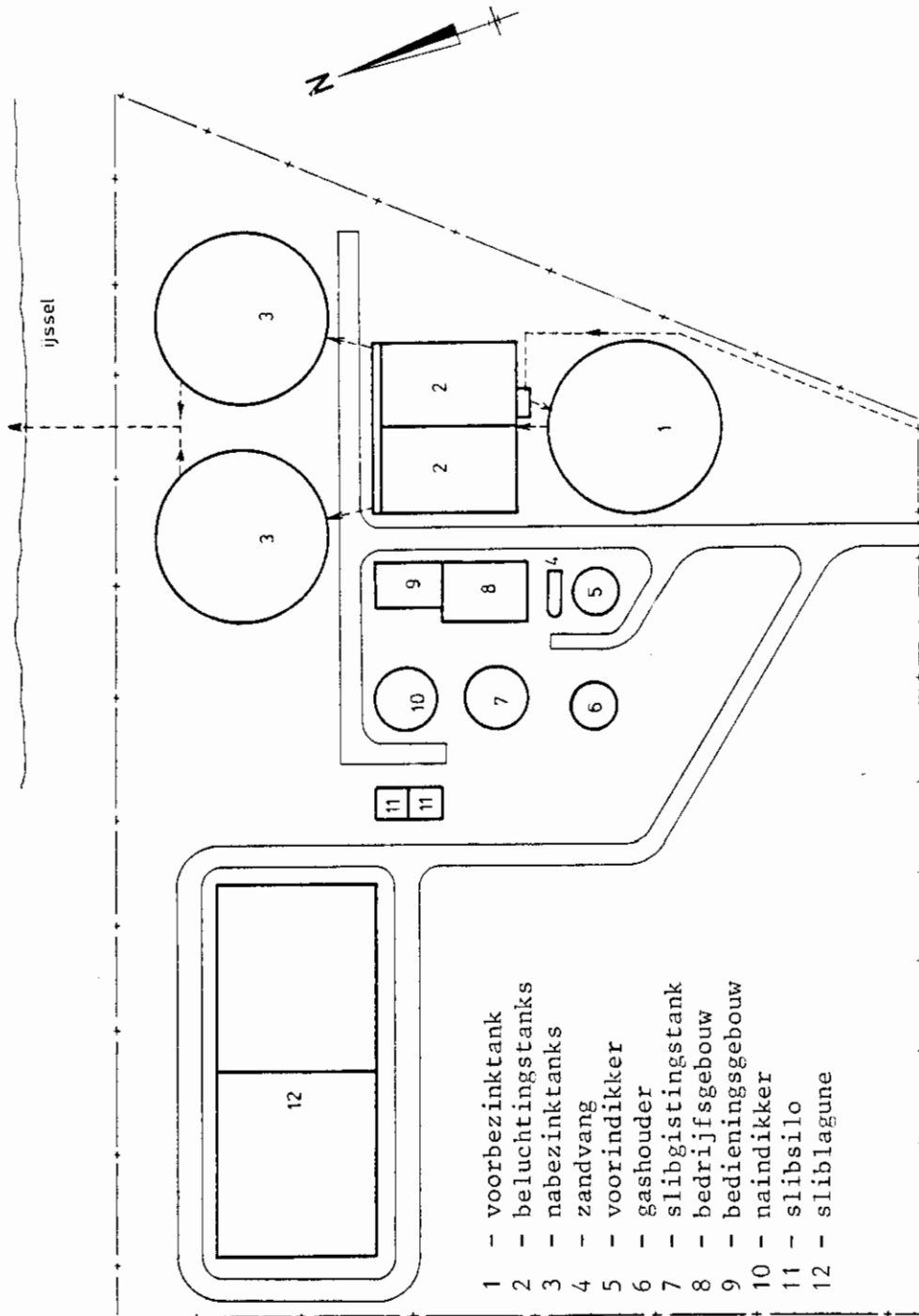
Voor kleine rwzi's kan een eenvoudige anticiperende regeling op basis van het debiet goede mogelijkheden bieden. Bij- of afschakeling van beluchters vindt dan plaats op basis van het debiet. Hierbij kan worden gedacht aan een debietmeting, of aan het aantal en het toerental van in bedrijf zijnde toevoerpompen en vizzels.

Dimensionering rwzi - Kampen1. Waterbehandeling

| onderdeel | dimensionering | uitvoering |
|-----------------------------|--|---|
| gemaal Kampen | aanvoer: 780 m ³ /h d.w.a. 1900 m ³ /h r.w.a. | aantal pompen: 3 cap. pomp 1: 800 m ³ /h cap. pomp 2+3: 1900 m ³ /h |
| gemaal IJsselmuiden | aanvoer: 160 m ³ /h d.w.a. 500 m ³ /h r.w.a. | aantal pompen: 3 cap. pomp 1,2: 250 m ³ /h cap. pomp 3 : 500 m ³ /h |
| voorbezinktank | capaciteit : 2400 m ³ /h opp. belasting : 2 m ³ /m ² .h min.verblijftijd: 1 u | oppervlak : 1200 m ² diameter : 39,1 m kantdiepte: 2,0 m inhoud : 2400 m ³ |
| beluchtingstanks | capaciteit : 75000 i.e.; 2850 kg BZV/d slibbelas- : 0,20 kg BZV/ ting kg/d.s.d slibgeh. : 3,0 kg/m ³ ruimtebel. : 16 i.e./m ³ | inhoud per stuk: 2400 m ³ ontw. lengte : 69,5 m breedte : 8,6 m diepte : 4,0 m min. verblijf- tijd : 2 u aantal : 2 st |
| beluchtungs- installatie | OC/load: 2,0 kg O ₂ /kg BZV specif. zuurstofoverdr.: 8 g O ₂ /Nm ³ .m | OC: 237,5 kg O ₂ /h max. luchttoevoer: 8000 Nm ³ /h regeling: 4000-8000 Nm ³ /h |
| nabezinktanks | capaciteit : 2400 m ³ /h opp. bel. : 1 m ³ /m ² .h min.verblijftijd: 2 u | aantal : 2 st oppervlak : 1200 m ² diameter : 39,1 m kantdiepte: 2,0 m inhoud : 2400 m ³ |
| retourslibvijzels | max. capaciteit: 0,7 r.w.a. | capaciteit: 700-1700 m ³ /h |
| recirculatie | max. verblijftijd VBT: 6 u | cap. pomp: 400 m ³ /h |

2. Slibbehandeling

| onderdeel | dimensionering | uitvoering |
|--------------|---|---|
| zandvang | opp.belasting: $8 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ capaciteit : $70-100 \text{ m}^3/\text{h}$ | oppervlak : $12,6 \text{ m}^2$ diameter : $4,0 \text{ m}$ kantdiepte: $0,8 \text{ m}$ |
| voorindikker | capaciteit : 5100 kg/d , $70-100 \text{ m}^3/\text{h}$ d.s. bel.: $40 \text{ kg d.s./m}^2.\text{d.}$ d.s. inged. slib: 4% | oppervlak : $127,5 \text{ m}^2$ diameter : $13,0 \text{ m}$ kantdiepte: $3,0 \text{ m}$ |
| slibgisting | capaciteit : 5100 kg/d , $127,5 \text{ m}^3/\text{d}$ verblijftijd: 20 d red. org. stof: ca. 50% gasproductie: 15 l/i.e.d | inhoud : 2550 m^3 diameter : $15,0 \text{ m}$ hoogte : $14,4 \text{ m}$ tot. gasprod.: $1125 \text{ m}^3/\text{d}$ |
| gashouder | | inhoud : 300 m^3 |
| na-indikker | cap.: 3750 kg d.s./d verblijftijd : 7 d d.s. inged. slib: 4% | inhoud : 900 m^3 diameter : $13,0 \text{ m}$ diepte : $6,8 \text{ m}$ |
| slibput | slibproductie: $90 \text{ m}^3/\text{d}$ | inhoud per put: 250 m^3 aantal : 2 st |
| sliblagune | slibproductie : $60 \text{ m}^3/\text{d}$ verbl.tijd: 45 d (betrokken op aanvoer) | totale inhoud: 2700 m^3 aantal : 2 st |



Schema rwzi - Kampen

| | | | |
|---|---|---|----------|
| | | verslagjaar: 1983 | |
| rwzi: Kampen | type: actief slibinstallatie | no. 56.001 | |
| aangesloten kernen: Kampen, IJsselmuiden, Grafhorst | | | |
| ontvangend water: IJssel | | | |
| dimensionerings- grondslagen | ontwerpcap.: 75.000 i.e. waarvan | inw. | ind. eq. |
| huidige belasting | droogweeraanvoer: 940 m ³ /h | max. aanvoer: 2400 m ³ /h | |
| | BZV-belasting: 53.965 | ± 12.855 i.e. | |
| | hydr. belasting: 86.040 ± 6.205 i.e. | hoev. afvalw.: 4.662.700 m ³ /jaar | |

WATERBEDRIJF

| | pH | d.s. mg/l | TOC mg C/l | CZV mg O ₂ /l | BZV ⁵ mg O ₂ /l | N _{Kj} mg N/l | NH ₄ mg N/l | NO ₂ +NO ₃ mg N/l | PO ₄ tot mg P/l | Cl- mg/l |
|---------------------------|---------|--------------|---------------|-----------------------------|--|---------------------------|---------------------------|--|-------------------------------|-------------|
| influent K | 7,7±0,4 | 175±45 | 66±30 | | 283±66 | 55 ±12 | 43 ± 9 | | 12 ±3 | |
| influent IJ | 7,5±0,3 | 98±61 | 93±49 | | 306±121 | 65 ±13 | 49 ±15 | | 18 ±4 | |
| v.b.z.w. | | 52±12 | 58±27 | | 199±57 | 55 ±12 | 47 ±9 | | 13 ±3 | |
| effluent | 7,7±0,1 | 6±2 | 12±3 | 49±11 | 6±3 | 2,9±1,5 | 1,0±1,2 | 20±3 | 10 ±2 | 82±6 |
| effluent x | | 9±15 | 10±3 | | 5±6 | 3,0±3,0 | 1,3±2,2 | 18±8 | 8,4±2,7 | |
| effl. rijksh. | | | | 39±11 | 5±4 | 2,8±1,9 | | | | |
| rendement voorbezinking: | | 23,3 ±12,4 | | | % BZV ⁵ verwijderd | | | | | |
| rendement totaal | | 97,9 ± 1,3 | | | % BZV ⁵ verwijderd | | | | | |
| N eliminatie totaal | | 94,3 ± 5,5 | | | % N _{Kj} verw./geox. 57,7±13,9 % N _{Kj} verwijderd | | | | | |
| P eliminatie totaal | | 19,2 ±18,7 | | | % P _{Kj} verwijderd | | | | | |
| biologische belasting | | 0,46 ±0,11 | | | kg BZV ⁵ /m ³ .etm. | | | | | |
| slibbelasting | | 0,10 ±0,02 | | | kg BZV ⁵ /kg d.s.etm. | | | | | |
| AT 1 | | | | | | | | | | |
| slibconcentratie: x (g/l) | | | | 4,95±0,50 | | 4,99±0,51 | | | | |
| slibindex : x (ml/g) | | | | 76 ± 14 | | 77 ± 15 | | | | |

SLIBBEDRIJF

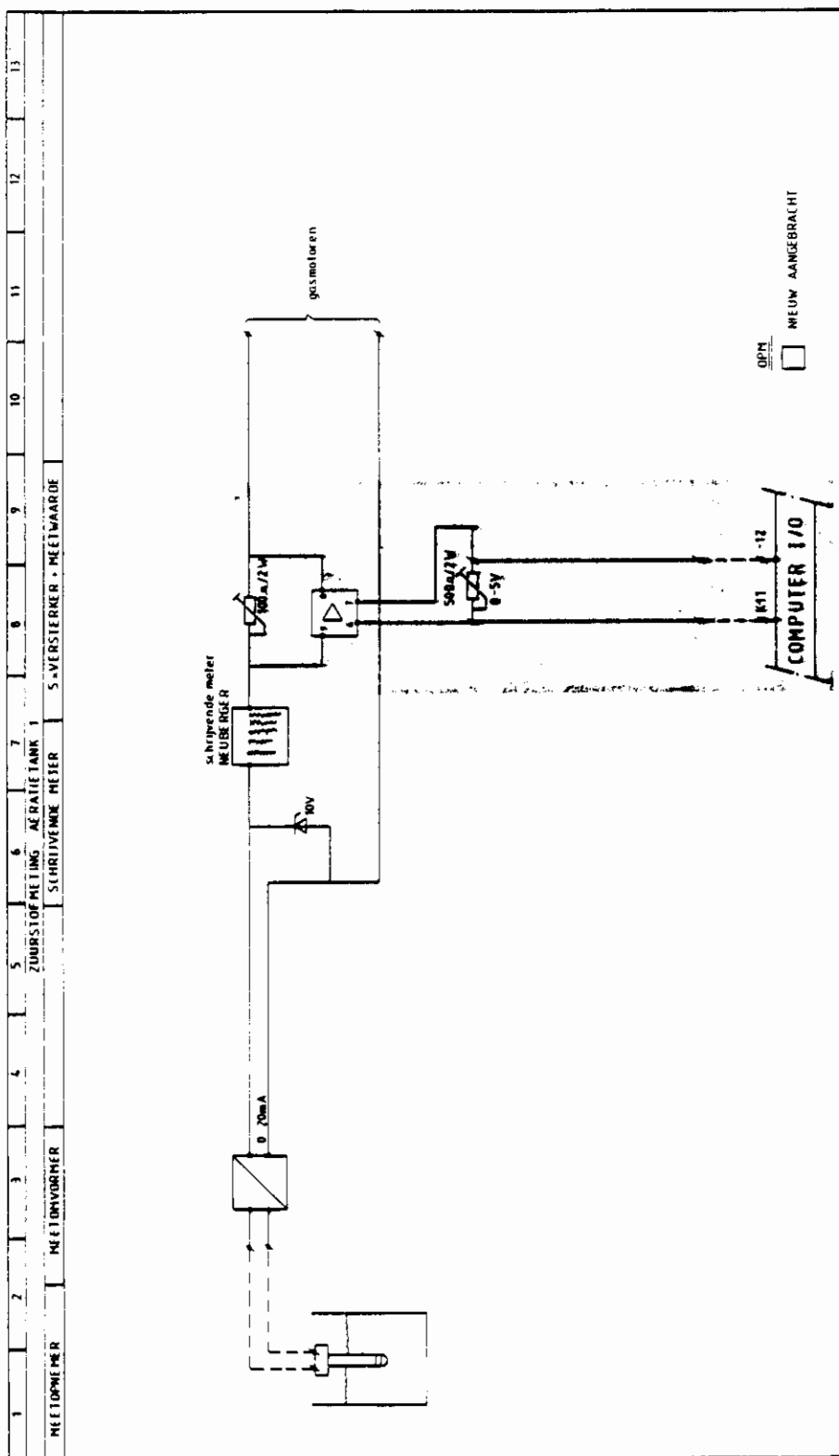
| | pH | droogrest gew. % | gloeirest % | vetzuur mg azijnz/l. | hoeveelh. m ³ /etm. | droge stofproductie kg/etm g/i.e. etm. |
|----------------------|---------|------------------------------|----------------|-------------------------|-----------------------------------|---|
| vers slib | 6,0±0,2 | 3,1±0,4 | 25±3 | | 79,0 | 2.462 |
| surplusslib | | 0,6±0,1 | | | 203 | 1.218 |
| uitgegist slib | 7,3±0,1 | 2,3±0,2 | 36±2 | 163±134 | 50,5 | 1.162 |
| gasproductie totaal: | | 366.530 m ³ /jaar | | | | specifieke gasproductie: 18,6 l/i.e. etm. |
| slibafvoer nat : | | 11.678 m ³ /jaar | | | | droogr. : 4,9 ±1,0 gew. % naar landbouw |
| slibafvoer na ontw.: | | 396 m ³ /jaar | | | | droogr. : gew. % naar |

ENERGIE

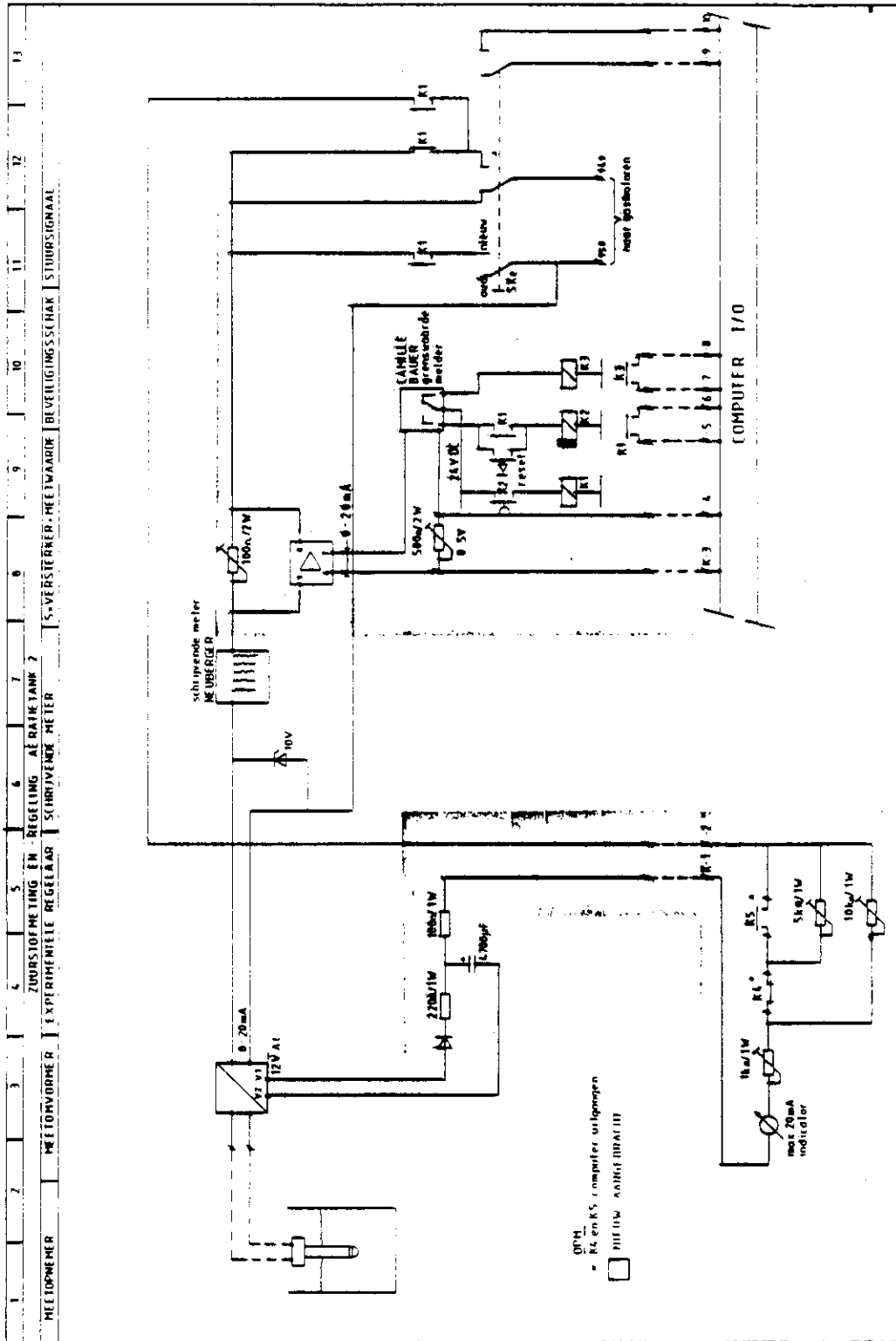
| | elektrische energie kWh | aardgas m ³ | gistingsgas m ³ |
|---|----------------------------|------------------------|----------------------------|
| totaal verbruik per jaar | 566.281 | 91.818 | 362.191 |
| verbruik beluchting per jaar | | 91.627 | 362.143 |
| spec.verbr.belucht. kg ZV.verw. | 1,26 | | |
| spec. verbruik per m ³ afva.w. | 0,14±0,02 | | |

Overzicht werking rwzi - Kampen*

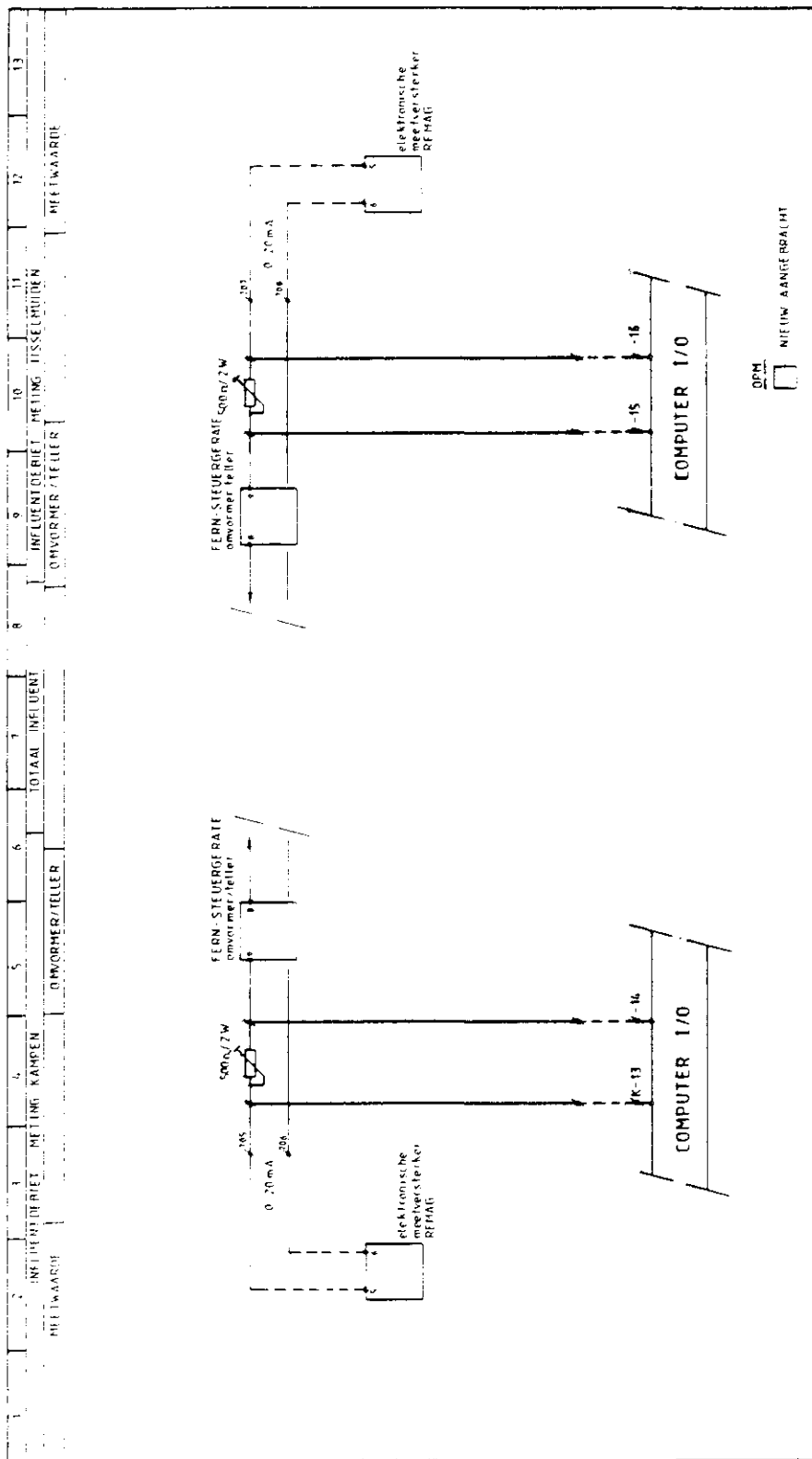
* Ontleend aan: Overzicht werking rioolwaterzuiveringsinstallaties 1983, Technologische Dienst Zuiveringschap West-Overijssel.



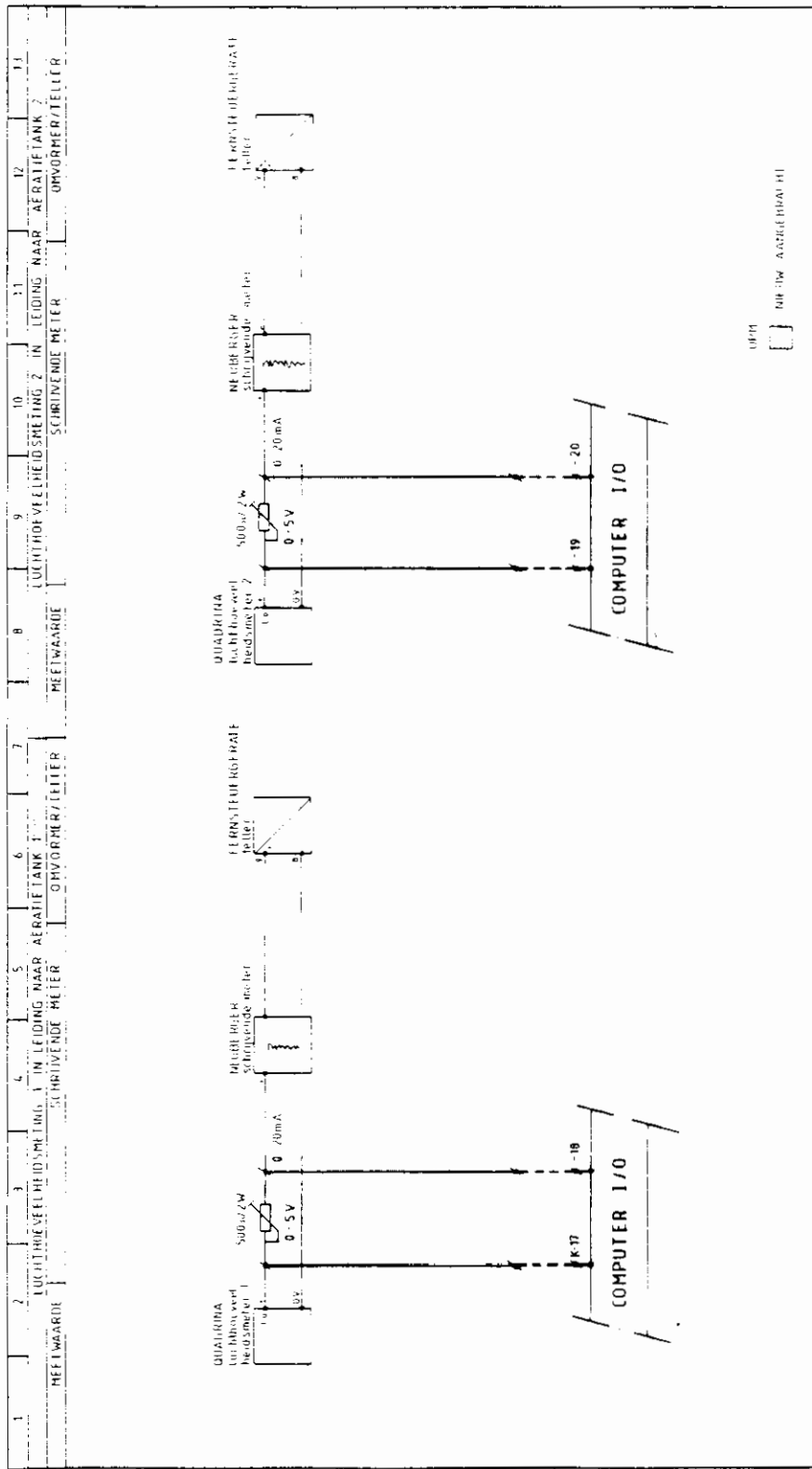
Zuurstofmeting en -regeling beluchtingstank 1 (teruggekoppelde regeling)



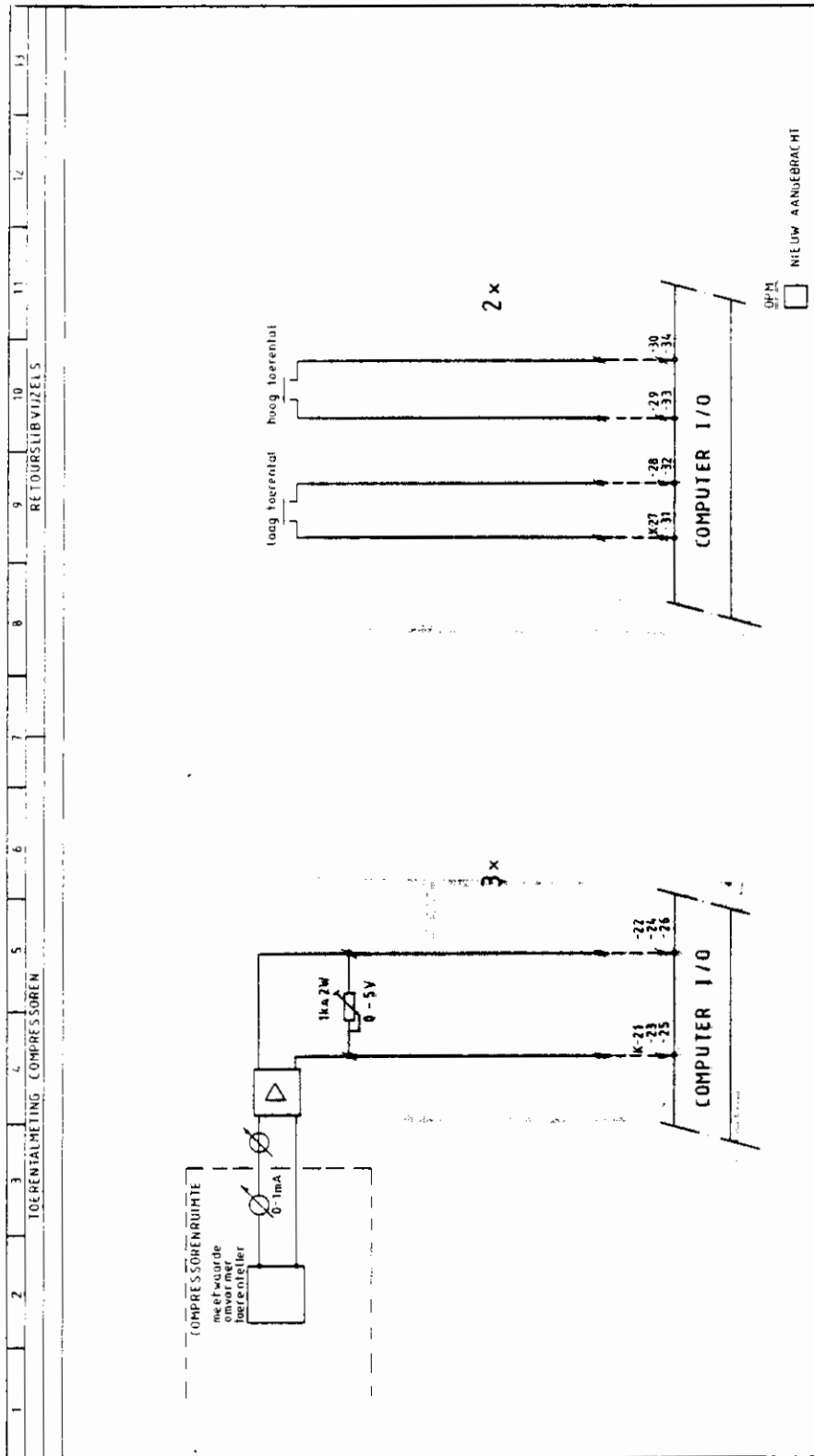
Zuurstofmeting en -regeling beluchtingstank 2 (anticiperende regeling)



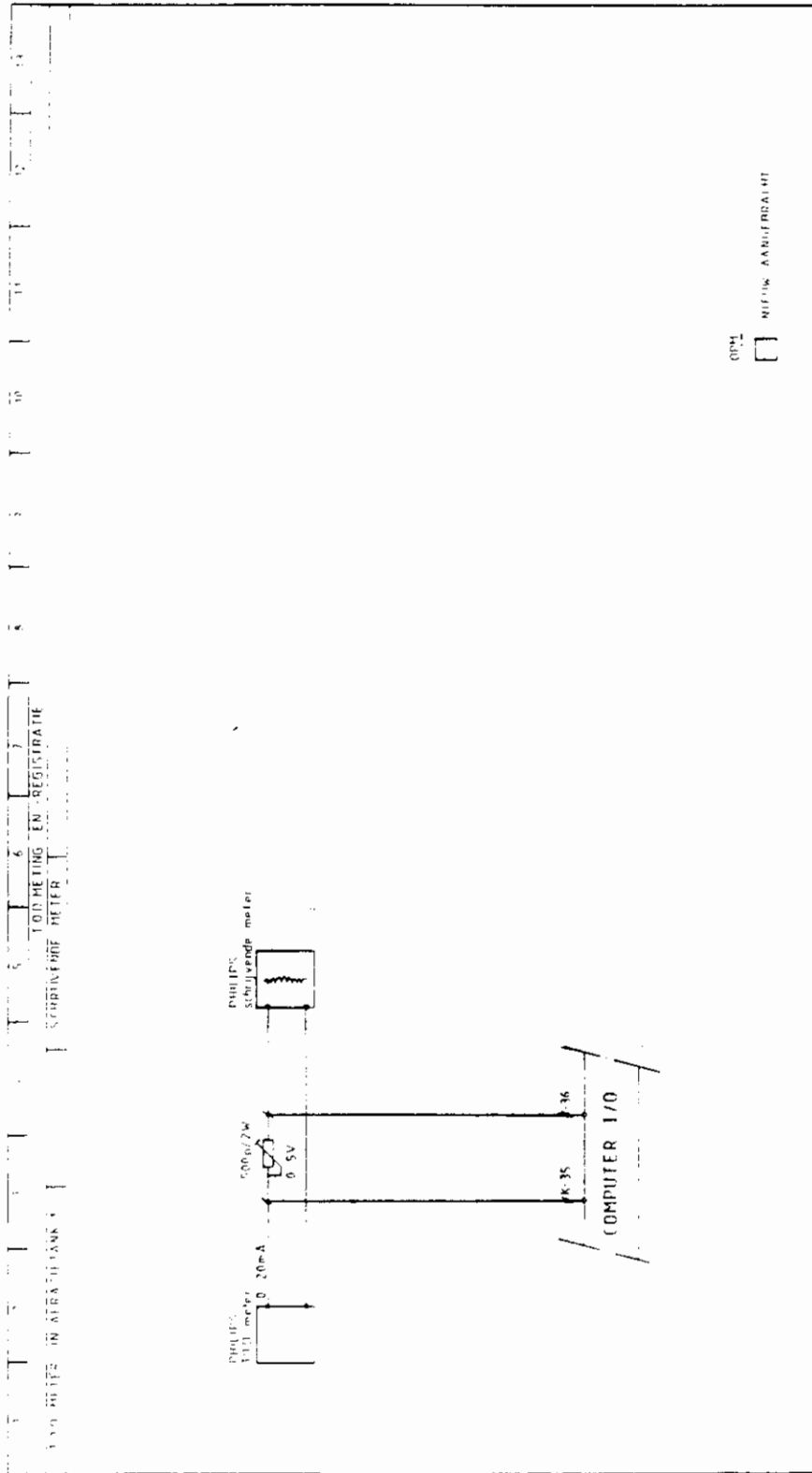
Influentdebietmetingen Kampen en IJsselmuiden



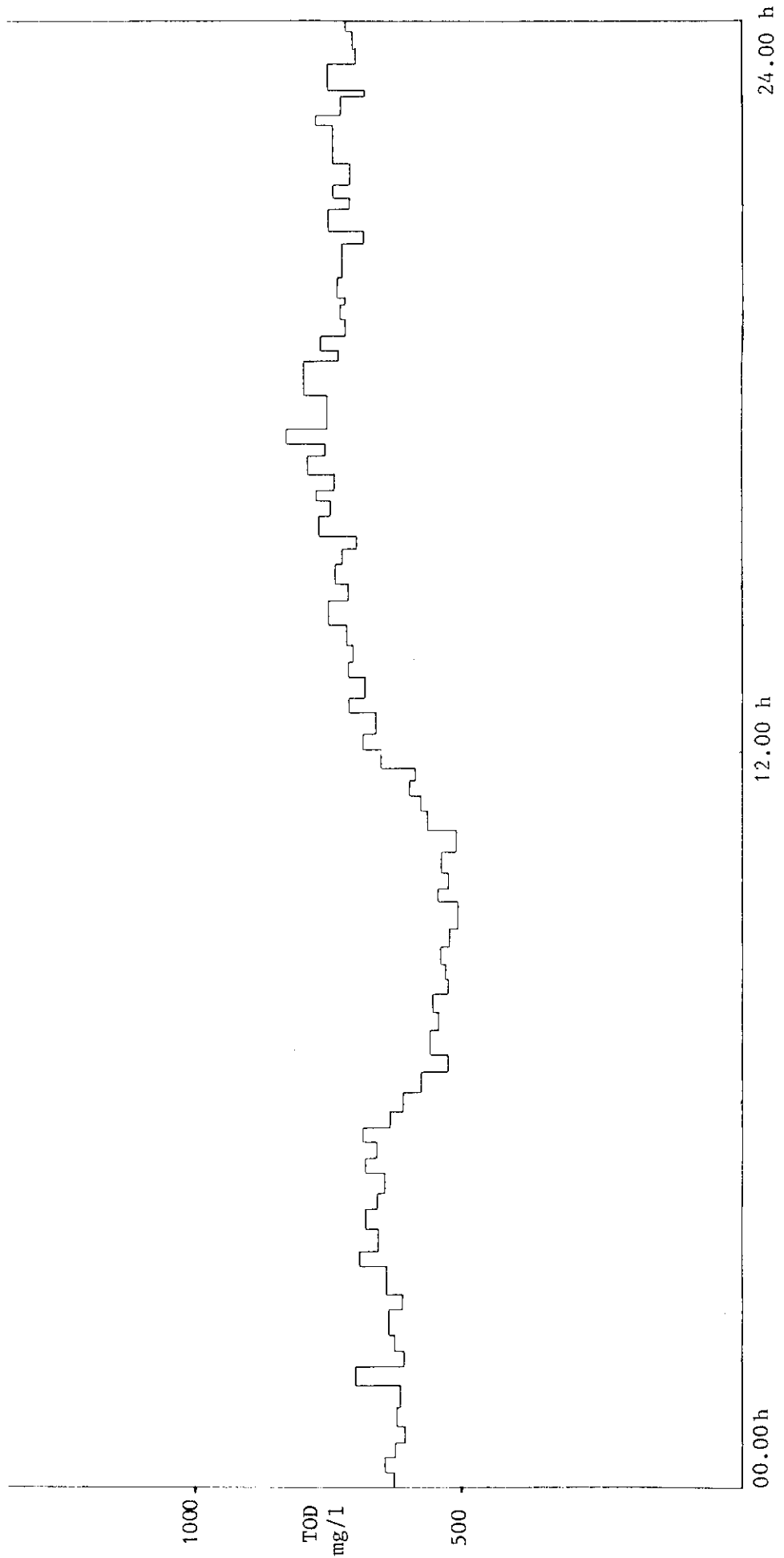
Luchthoeveelheidsmetingen compressoren



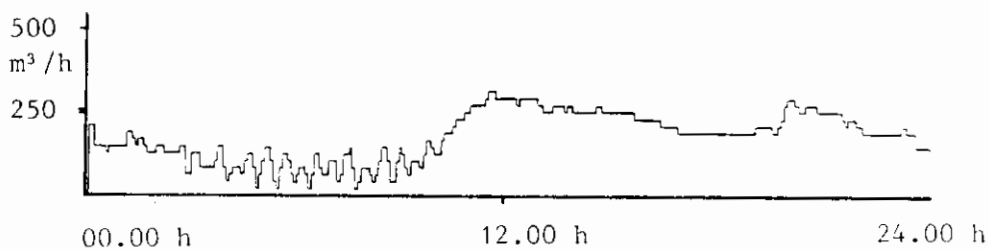
Toerentalmetingen compressoren en retourslibvijsels



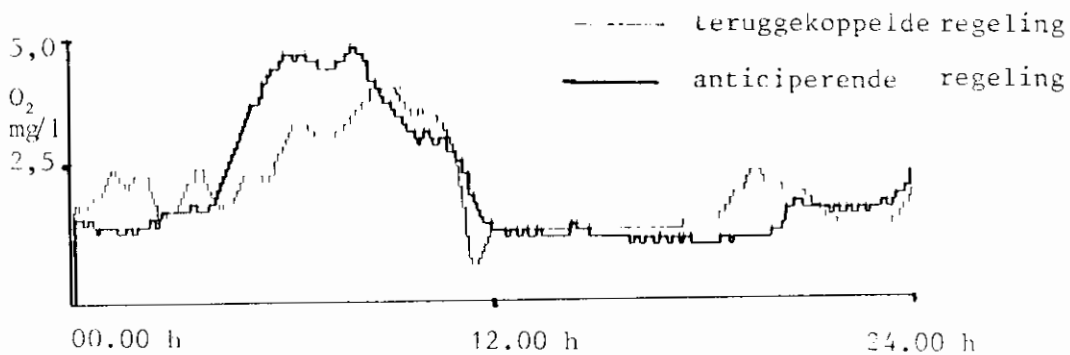
TOB-meting en registratie



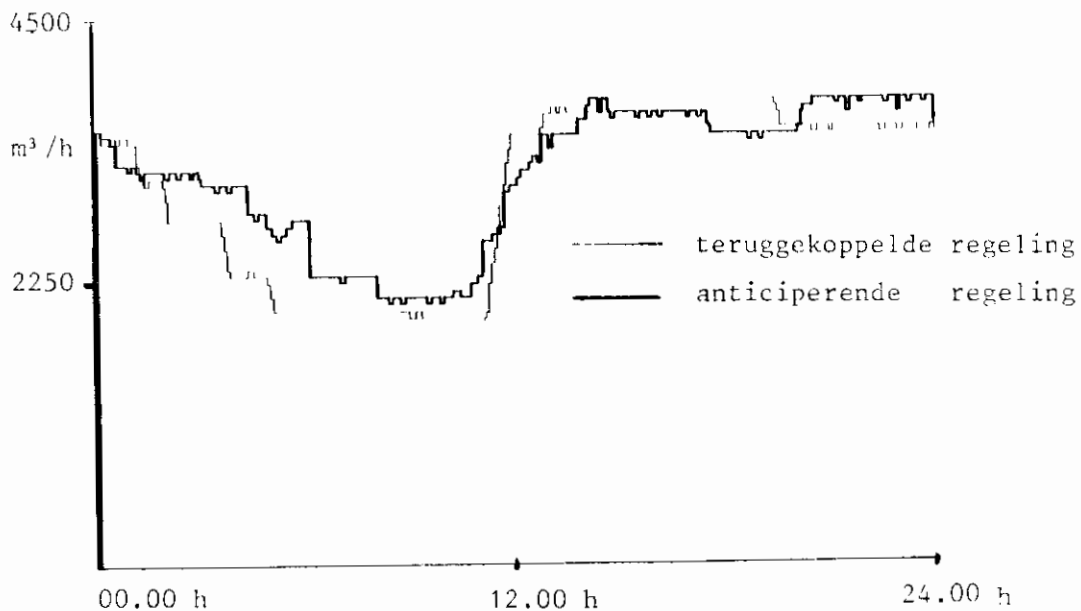
Meetgegevens d.d. 14 april 1984



Dagprofiel van debiet



Zuurstofgehalte beluchtingstanks



Luchthoeveelheid beluchtingstanks